

冷凉乾燥地域의 綠化技術의 開發

—鹽分에 의한 灌溉와 高分子Polymer 土壤改良法—

鈴木 清*

東아시아의 冷凉半乾燥地의 水文學的 特徵은 봄과 初여름 2回 降雨가 있어 그 降雨量은 300-500mm의 範圍이다. 그로 인해 作物栽培 期間은 짧고 栽培作物의 品種이 制限된다. 이와같은 水文學에는 栽培上의 優位差는 있으나 乾燥地土壤으로 鹽分化는 避할 수 없어 當然한 것으로서 鹽分化水의 灌溉가 必要로 한다. 여기에서 먼저 栽培作物 및 植林用樹種의 選定에 있어 對鹽性에 대하여 檢討하기로 한다.

鹽分水, 즉 鹹水의 物理, 化學的 性質에 대하여 說明하면 表流水, 排水 및 地下水에 들어있는 主溶解性無機 ion 卽, Na, Ca, Mg, K, HCO₃, SO₄, Cl의 全溶解濃度에 따라 그 鹽分濃度가 試算되고 있다.

個個의 陽ion 및 음ion 濃度는 mmol/l 혹은 mg/l로서 表示된다. 全 ion도 mg/l 로서 表示되는데 이것은 電氣傳導度(EC)로서 表示된다. 이때에는 ds/m로 表示된다. EC 와 全鹽分濃度와의 關係는 大略 1ds/m=10mmol/l=700mg/l이다.

한편 鹽分濃도와는 別途로 Na 및 pH는 灌溉 및 作付에 있어 土壤에 대하여 逆의 影響을 미친다. 高濃度의 Na는 土壤溶液中의 2價 陽ion이나 土壤中の 粘土鑛物에 影響을 미친다. 特히 全鹽分濃도가 낮을 때나 pH가 높을 때에는 顯著하다. 全鹽分濃도가 높을 때에는 透水性 등의 觀點에서 土壤의 安定性이 높을 수도 있으므로 그것이 鹽分에 의한 것인지 또는 Na性 土壤에 의한 것인지를 正確히 判斷할 必要가 있다.

鹽分수에 들어있는 어느 種의 ion은 그 濃度

가 높을 때에는 作物의 生育에 대하여 毒性을 나타낼 때가 있다. 特히 Na ion, Cl ion, B ion일때에는 더욱 甚하다. 作物의 生育에 대하여 毒性이 없어도 一旦 作物에 吸收될 때에는 人體에 影響을 미치지 않는다고는 할 수 없다. Se, Mo 및 As는 注意하여야 한다.

다음에 鹽分水의 分類에 대하여 說明한다. 鹽分水의 灌溉用水로서의 適用性은 作物, 土壤, 灌溉方式, 管理方式 등에 따라 各各 틀린다.

표 1.

물의 分級	電氣傳導度 (ds/m)	鹽類濃度 (mg/l)	물의 型
淡水	< 0.7	< 500	飲料水, 灌溉水
鹽性度 低	0.7~2	500~1500	灌溉水
鹽性度 中	2~10	1500~7000	第1次排水, 地下水
鹽性度 高	10~25	7000~15000	第2次排水, 地下水
鹽性度 極高	25~45	15000~35000	鹽性이 強한 地下水
鹽水	> 45	> 35000	海水

鹽分이 作物에 미치는 影響은 上述한 ion外에 浸透壓도 影響을 미친다.

浸透壓도 氣壓으로 表示하는데 鹽分濃도와 浸透壓과의 關係를 方程式으로 나타내면 다음과 같다.

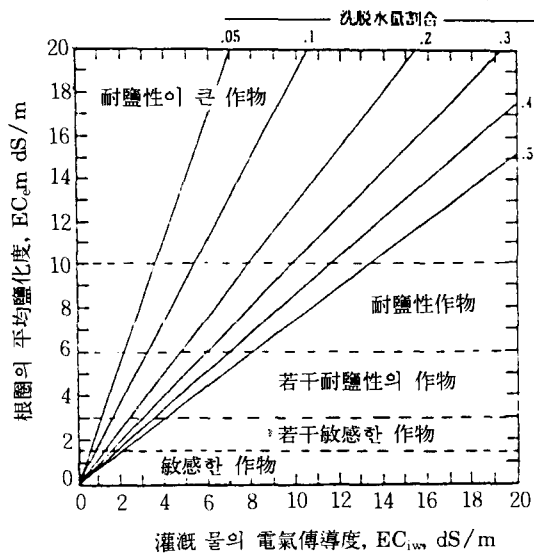
$$\begin{aligned} \text{浸透壓} &: \text{氣壓} \\ &= (\text{鹽分濃度 mg/l}) \times 0.000563 \\ &= (\text{鹽分濃度 mmol/Cm}) \times 0.36 \end{aligned}$$

乾燥地帶에서는 灌溉用水의 鹽分濃도가 높고 심한 乾燥와 蒸發에 의하여 鹽分濃도가 높은 地下水가 毛管上昇으로 地表에 鹽類를 集積

* 乾生態研究所, 農業部門技術士

하여 顯著히 鹽害를 招來한다. 一般적으로는 鹽類가 土壤表面에 集積할 때 Na 鹽은 初期에 많이 集積하고 Ca, Mg鹽의 集積은 조금 늦어 진다고 한다.

그림 1 灌溉下의 飽和土壤溶液의 電氣誘導度(EC_e), 灌溉水の 電氣傳導度(EC_{iw}) 및 洗脫水量割合의 關係 (Rhoades, 1982)



(註) 洗脫水量比率이란 灌溉가운데 根圈以下層까지 흘러간 水量의 比率을 말함

電氣傳導度(EC_{iw}) 및 洗脫水量割合의 關係 (Rhoades, 1982)

根圈의 平均鹽化度, EC_e , dS/m

耐鹽性이 큰 作物

耐鹽性 作物

若干 鹽基性的 作物

若干 敏感한 作物

敏感한 作物

灌溉下 물의 電氣傳導度, EC_{iw} , dS/m

(註) 洗脫水量比率이란 灌溉가운데 根圈以下層까지 흘러간 水量의 比率을 말함.

鹽分濃도가 增加하면 Ca는 炭酸鹽 혹은 黃酸鹽으로, 또 Mg는 炭酸鹽으로 沈着하여 간다. 그 結果 Na의 土壤溶液의 濃度는 他的 ion에 比하여 커진다.

鹽害를 받은 作物은 光合成, 蒸發散 등의 生理作用이 低下되는데 電氣傳導度에 의하여 表示하는 EC가 7.5mmol/Cm 以上으로 되면 作物의 成育에 重大한 影響을 미치므로 對鹽性의 作物이 아니면 栽培는 不可能하다. 따라서 浸透壓은 水分張力과 같이 作用한다.

鹽類濃度는 灌溉에 의해 減少시킬 수가 있다. 作物은 毛根에서 吸收하는데 鹽分은 吸收할 수가 없다. 鹽分이 集積되면 根群域의 水分은 積게 되어 鹽分은 날날이 濃縮된다. 이와같은 環境下에서는 土壤張力과 水分張力의 總和인 總張力은 急激히 增加한다. 作物도 根群에서 水分을 吸收하고 있으므로 根群域에 남은 물의 浸透壓은 鹽分集中에 의해 增大한다.

鹽分水 즉, 鹹水를 灌溉用水로 使用할 때는 洗滌과 土壤排水가 必要하다. 여기에 注意할 것은 極히 透水性이 큰 砂質土 일때, 예를 들면 良質의 用水라고 하여도 鹽分收支를 細心히 注意하여 測定할 必要가 있다.

Na이 極히 많은 用水를 利用하면 後日 置換性 Na의 比率이 큰 土壤으로 된다. 여기에서 特히 注意할 것은 土壤成分과 그 물에 대한 分散性質에 의해 有害한 變化가 일어날 수 있다는 것이다.

이와같은 事情이 있는 것이 鹽分水의 利用에 있어서는 물의 適性度에 대하여 一端의 評價가 必要하다.

(註) <그림 2의 註>

- 1) $F'c$ 는 (電氣傳導度로 表示한 作物의 耐鹽性)/(灌溉水の 電氣傳導度)이다.
- 2) 洗脫要求量(L_r)이란 土壤鹽類의 過剩集積을 일으키지 않도록 하는데 必要로 하는 最低限의 洗脫水最割合을 말한다.

洗脫要求量(L_r)

一般의 灌溉

$$LR=0.3086/(F'c)^{1.702}$$

高頻度의 灌溉

$$LR=0.1794/(F'c)^{3.0417}$$

根圈에서의 許容平均濃度FACTOR($F'c$)

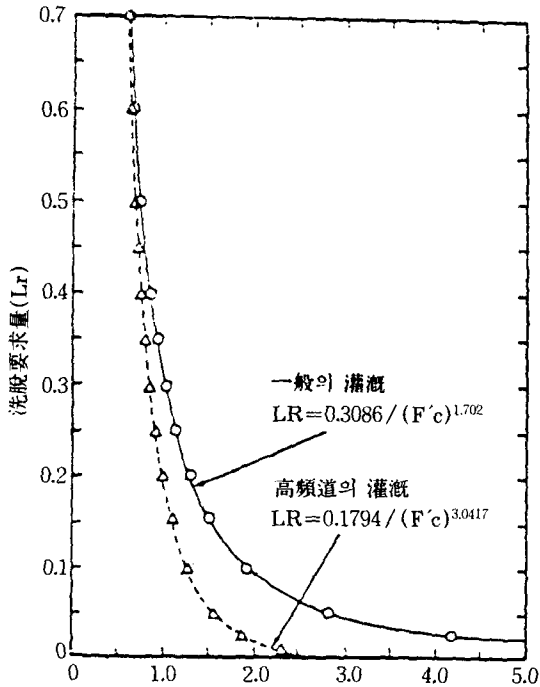


그림 2 根圈에 있어 許容平均濃度 FACTOR(F'c)와 洗脫要求量(Lr)의 관계

適應性評價의 새로운 試驗으로서 Watsuit 모델이 美國合衆國鹽類研究所의 J. D. Rhoades에 의해 紹介되고 있다. 이 모델은 灌溉水成分 등의 年平均數值 등이 Computer 入力項目으로서 必要하므로 곧 利用할 수 없으나 Computer를 利用하지 않을 때에 評價의 資料로서 使用되는 根群圈의 許容平均濃度 및 洗滌水要求量(洗脫要求量)과의 關係를 나타낸 그림(圖)이 參考가 된다.

不毛의 砂漠인데도 불구하고 成育하고 있는 植物의 高鹽濃度環境이나 強乾燥環境條件에 適應하는 Mechanism의 特性을 明確히 하는 것은 새로이 이것의 未利用地域을 飲料 및 에너지 生産의 場으로서 利用할 수 있는 重要한 示唆을 얻고 있는 것이 可能하다.

草本科作物, 木質作物, 鑑賞用灌木, 樹木 및 被覆作物의 對鹽性을 나타내는 一覽表는 別掲하는데 代表的 穀類의 對鹽性의 狀況을 表示하

면 다음 그림(圖)과 같다.

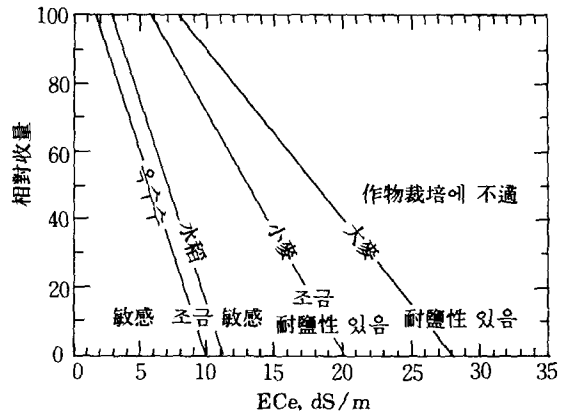


그림 3. 穀粒作物의 耐鹽性 (Mass 및 Hoffman, 1977)

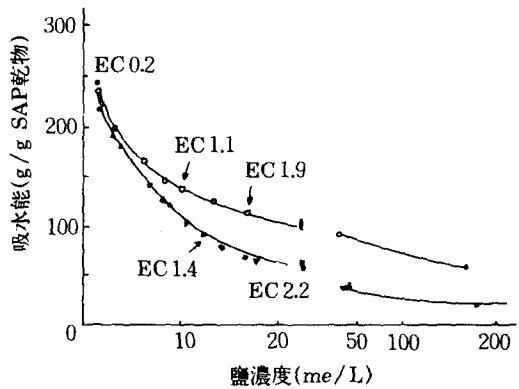


그림 4. 鹽類溶液中에 있어서 SAP의 吸水能

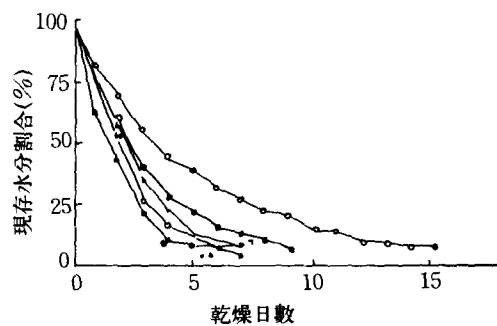


그림 5 SAP混合土壤의 乾燥와 初期 しょれ點 永久しょれ點

高分子 Polymer의 土壤保水性 增加利用은 近年 顯著한 發展을 하고 있다.